

EXPÉRIENCES SCIENTIFIQUES

Génome - Développement - Apoptose - Vieillesse

Génome

Utilisation d'une puce à ADN du génome complet afin d'analyser les réponses de *C. elegans* au vol spatial (Catharine Conley et Stuart Kim, États-Unis) Les vols spatiaux produisent certaines réponses physiologiques connues ou supposées, comme la réparation de lésions provoquées par les rayonnements cosmiques ou l'atrophie musculaire en réponse à la micropesanteur. Plusieurs autres phénomènes physiologiques ont été signalés, notamment une perturbation du système immunitaire et une accélération du vieillissement, dont les mécanismes cellulaires et immunitaires sont encore mal compris. L'analyse au moyen de puces à ADN constitue un excellent moyen pour isoler des gènes dont l'expression est modifiée en réponse à un traitement particulier. L'expérience proposée consiste à effectuer une analyse de l'expression de l'ARN au moyen d'une puce à ADN conçue pour examiner presque tous les gènes du génome.

Grâce aux résultats obtenus au cours de l'expérience ICE-first on pourra vérifier d'une part que les gènes chargés de réparer les lésions induites par les rayonnements sont activés et, d'autre part, que ceux intervenant dans la spécification et la contractilité musculaires sont inhibés. L'analyse ne fournit aucune information concernant le rôle précis de ces gènes, mais confirme nos prévisions fondées sur des données provenant de mammifères. Selon celles-ci les gènes qui devraient avoir une expression modifiée affichent effectivement cette modification chez les vers. Il est

également possible de vérifier d'autres hypothèses concernant la fonction immunitaire et le vieillissement en déterminant l'expression de gènes connus pour leur rôle dans ces processus physiologiques. Ces résultats fourniraient d'excellentes données préliminaires qui permettraient de proposer d'autres expériences en vol afin d'examiner plus en détail certains gènes. Les analyses du génome complet sont précieuses pour l'ensemble de la communauté scientifique, car les chercheurs qui s'intéressent à des domaines particuliers peuvent ainsi vérifier les données obtenues grâce aux puces à ADN et savoir si les gènes qui les intéressent répondent aux conditions expérimentales.

ICE-first offre également l'opportunité d'obtenir le matériel génétique de nématodes ayant séjourné dans l'espace. Les échantillons dont on souhaite analyser l'ADN devront être congelés dans les deux heures suivant leur retour sur Terre. L'ARN sera analysé au moyen de la puce à ADN du génome complet mise au point par le laboratoire de Stuart Kim du Stanford Genome Center. Les données tirées de l'analyse par puce à ADN publiées dans la base de données "Stanford Microarray Database".

Développement

Morphométrie du développement de la larve de *C. elegans* durant les vols spatiaux. (Catherine Conley, Beverly Gärten, États-Unis)

Les vols spatiaux pourraient avoir des effets sur le développement des mammifères à certains stades critiques. Des nématodes ont déjà été cultivés avec

succès durant plusieurs vols spatiaux antérieurs. On ignore toujours si ces vols exercent des effets non létaux sur le développement des nématodes. Dans le milieu liquide CeMM, les larves se dépouillent de leurs cuticules lorsqu'elles muent. La longueur des cuticules rejetées est une indication de la taille de la larve lors de la mue, et peut donc servir à mesurer l'évolution du développement larvaire.

Dans cette expérience, nous mesurerons les longueurs des cuticules rejetées dans les cultures qui seront rapportées vivantes au sol. Les données sur la distribution des longueurs indiqueront le nombre et la progression des mues larvaires durant le développement dans l'espace. La laboratoire de Catharine Conley a déjà déterminé la progression normale du développement larvaire dans le milieu CeMM sur Terre (manuscrit sous presse), et obtiendra les premières données sur le développement de *C. elegans* dans l'espace. Les vers seront préparés à partir d'une population à divers stades de développement. Ils seront conservés à une température de 12°C jusqu'au lancement, puis placés à 20°C. Ils seront récupérés vivants pour traitement immédiat au sol.

Apoptose

Étude du développement des lignées germinales, de la méiose et de l'apoptose de ces cellules (Atsushi Higashitani et Noriaki Ishioka, Japon) Chez *C. elegans*, il est possible d'observer la séquence des changements morphologiques des chromosomes durant la prophase 1 de la méiose, la maturation de l'oocyte et l'apoptose des cellules germinales.

Les techniques génétiques permettent d'étudier les mécanismes moléculaires qui sous-tendent ces phénomènes. Nous analyserons les effets de la micropesanteur sur ces phénomènes en étudiant la souche sauvage N2 et la souche mutante *ced-1* (pour cell-death, c'est-à-dire mort cellulaire). Cette expérience nécessite entre 100 et 1 000 animaux de chaque souche à des stades de développement divers. Les échantillons en micropesanteur ainsi que ceux placés sur la centrifugeuse seront fixés en vol pour une observation au microscope.

Vieillesse

Analyse de l'agrégation protéique liée au vieillissement et de l'intégrité des sarcomères (Shuji et Yuko Honda, Noriaki Ishioka, Japon)

Pour examiner les effets de l'espace sur la régulation du repliement des protéines dans les cellules musculaires, nous analyserons l'agrégation de la polyglutamine (polyQ) dans les cellules musculaires de la paroi de l'organisme. Nous utiliserons une souche transgénique (N2 ; Punc-54) exprimant la protéine polyQ-YFP (yellow fluorescent protein – protéine fluorescente jaune) ainsi que le mutant *af-2* (e1370) à longue durée de vie. Nous analyserons également l'orientation des sarcomères dans les muscles de la paroi de l'organisme de *C. elegans* transgénique (N2 ; Punc-54) exprimant la protéine GFP (green fluorescent protein – protéine fluorescente verte).

MISSION SCHEDULE

Generally, *C. elegans* is grown on agar plates on a special medium (NGM). For space flight experiments, the animals have to be adapted to the liquid medium specially designed and provided by NASA. This medium, *C. elegans* Maintenance Medium (CeMM), was already used for an experiment onboard STS 107 and has been extensively studied by the laboratory of the NASA Ames research center. The various strains will be prepared and adapted to this CeMM in the laboratories of the investigators.

Six days before the launch the strains will be prepared for the flight by the investigators in the facility of the GSBMS (Groupement scientifique pour la biologie et la médecine spatiale) in Toulouse. According to a pre-defined protocol, some of the samples will be placed in culture chambers (CCA) which enable a fixation in flight. While other samples will be packed in 5.0 and 2.5 ml culture bags which will be placed just before the launch in vented Experiment Containers. They will be then hand carried to the launch pad in Baikonour under controlled temperature (12°C) wi-

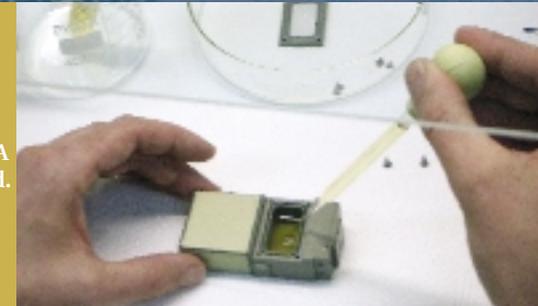
thin the Thermocase. After a final check of the samples in culture bags by a scientist, they will be placed in the vented Experiment container.

The samples will be delivered to the mission management to be placed in Kubik Topaz, with the other Dutch experiments and kept at 20°C. **Three days after the launch**, the samples will be transferred to the Kubik Amber incubator containing a centrifuge and three small containers will be placed on it. By the seventh day of the flight and by the last day of the flight, two containers (CCAs) will be fixed by a simple operation of the astronaut. Then the astronaut will pack all the containers to be returned to Earth aboard the Soyouz.

Immediately upon the arrival on Earth, the containers containing the culture bags will be opened and the behaviour of the animals will be filmed for later evaluation. The small bags containing the culture of the worms will be then either frozen or refrigerated till their return in Toulouse two days after the landing.

The exciting journey of scientific exploration can then begin...

Filling the Culture Chamber of the CCA under a sterile hood. Remplissage de la chambre de culture d'un CCA sous une hotte stérile.



Gilbert Gasset performing the final welding of the culture bags. Gilbert Gasset effectue la dernière soudure d'un sac de culture.



Closing the CCA. Fermeture du CCA.



DÉROULEMENT DE LA MISSION



The ThermoCase: thermocontrolled container operated with batteries allowing the transport of the samples at a constant temperature by plane, train and so on...
ThermoCase : ce container thermostatique fonctionne sur batteries et assure une température constante pendant le transport des échantillons.

A vented EC-1 with the Culture bags ready to be inserted for a test.
Un EC-1 aéré avec les sacs de culture prêts à être insérés pour un test.



En règle générale, *C. elegans* est élevé sur une plaque de gélose dans un milieu de culture spécial pour nématodes (NGM). Pour les expériences en vol, les animaux doivent être adaptés à un milieu liquide spécialement conçu et fourni par le laboratoire du Ames Research Center de la NASA. Ce milieu, appelé milieu de conservation de *C. elegans* (*C. elegans* maintenance Medium ou CeMM), a déjà été utilisé pour une expérience à bord du vol STS 107.

Six jours avant le lancement, les

souches seront préparées pour le vol par les chercheurs au laboratoire du GSBMS (Groupement scientifique pour la biologie et la médecine spatiale) à Toulouse. Certains échantillons seront placés dans des chambres de culture (CCA) qui permettent une fixation avant la fin du vol. Les autres échantillons seront mis dans des sacs de culture de 5 et 2,5 ml.

Ils seront ensuite transportés jusqu'à la base de lancement de Baïkonour à 12°C. Après une dernière vérification par un scientifique ils seront installés juste avant le lancement dans des containers d'expérimentation ventilés qui ont été aimablement fournis par le Professeur Eberhard Horn de l'université de Ulm en Allemagne.

Les échantillons seront livrés à la direction de la mission et placés dans l'incubateur Kubik Topaze avec les autres expériences et conservés à une température de 20°C. **Trois jours après le lancement**, les échantillons seront transférés dans l'incubateur Kubik Ambre contenant une centrifugeuse. Trois seront placés sur la centrifugeuse et cinq seront conservés en micropesanteur.

Le dernier jour de la mission, les quatre CCA seront fixés par une simple intervention de l'astronaute. Ensuite, celui-ci emballera tous les containers qui reviendront sur Terre à bord du vaisseau Soyouz.

Dès leur arrivée sur Terre, les containers renfermant les sacs de culture seront ouverts, et le comportement des animaux sera filmé pour évaluation ultérieure. Les petits sacs renfermant les cultures de nématodes seront ensuite congelés ou réfrigérés jusqu'à leur retour à Toulouse deux jours après l'atterrissage.

C'est alors que débutera l'aventure fascinante de l'exploration scientifique...

DELTA

A Dutch mission aboard ISS



Launched from the launch base in Baikonour, on a Soyuz TM4 in april 2004, the Dutch Expedition for Life science Technology and Atmospheric research (DELTA) will gather a wide range of scientific experiments. This taxi flight will last for 10 days and will use equipments already on board and send by the cargo spacecraft Progress in January 2004. For this mission, Andreas Kuipers, a Dutch European astronaut, will perform experiments in biology (including ICE-first), medicine, physiology, technology and earth observation. This mission sponsored by the government of the Netherlands, will develop also outreach and educational activities. Videotaping and observation will be transmitted from space allowing the pupils to understand the effect of microgravity on the development of a simple organism. Andreas Kuipers will be launched together with Gue-nadi Padalka and Michael Fincke (Crew n°9) and will come back to earth with Michael Foale and Alexander Kaleri (Crew n°8) who are orbiting the earth in the ISS since October 2003.

The International Space station

In 1998, Russia, United States of America, Japan, Canada and ten European countries represented by the European Space Agency began to build the largest space station. When it is finished, around 2010, the International Space Station will be as wide as a football ground and will weight around 465 metric tons. Crew will permanently work in it to perform a wide range of scientific and technological experiments in weightlessness.

Europe is contributing to this international endeavour with the European module Columbus equipped with a broad range of scientific facilities (slated to be launched around 2006) and the building and the launch of several Automated Transfer Vehicle (ATV). Nevertheless the building and the use of the ISS is hampered by the delays of the shuttle flights due to the Columbia accident the 1st of February of 2003. The Soyuz and Progress spacecrafts are the only way to maintain the station manned and to rotate the permanent crews every six month.

Soyuz

The **Soyuz rocket** is derived from one of the first Russian rocket developed by S. Korolev in the fifties and the sixties. This Rocket was used to launch the dog Laika in 1957 and Yuri Gagarin in 1961. In the last 40 years, more than 200 take-offs from Baikonour launch base were performed with Cosmonauts onboard. The launcher is also used to send in space the Progress spacecrafts and a wide range of satellite. The rocket was launched around 1,700 times! The **Soyuz spacecraft** was designed 30 years ago but because of permanent improvement it as adapted to the new missions for today. This vehicle for three seats, with a volume of around 10m³ can be launched with the crew along with 50 to 230 kg of cargo and experiments. It can be autonomous fro 5 days in orbit and can stay attached to a space Station for up to 200 days. Every six month, a new spacecraft which is also the lifeboat of the Space Station crew, is launched to replace the former one. These missions called "Taxi missions", are used by the space agencies to send along with their astronauts, scientific and technological experiments.



A Soyuz spacecraft docked on the ISS.
Un vaisseau Soyouz amarré à l'ISS.

The Soyuz rocket ready to be launched.
La fusée Soyouz prête pour le lancement.



DELTA

Une mission hollandaise à bord de l'ISS



Lancé depuis le cosmodrome de Baïkonour par le Soyouz TMA-4 le 19 avril 2004, Delta (Dutch Expedition for Life science, Technology and Atmospheric research) est une expédition néerlandaise pour les sciences de la vie, la technologie et la recherche atmosphérique à bord de la Station spatiale Internationale. Ce vol taxi de dix jours emploie les équipages qui ont été acheminés à bord de l'ISS grâce au cargo automatique russe Progress en janvier 2004. Pour cette mission Andreas Kuipers a un programme chargé. L'astronaute néerlandais doit mener diverses expériences biologiques, comme ICE-first, mais aussi médicales, technologiques ou en rapport avec l'Observation de la Terre. Un large volet de cette mission, financée par les ministères hollandais de l'Éducation, des Sciences, de la Culture et de l'Économie, est consacré à des expériences éducatives. Andreas Kuipers doit regagner la Terre avec l'astronaute de la NASA Mike Foale et le cosmonaute russe Alexandre Kaleri, membres de l'expédition n°8 en orbite depuis octobre 2003.

La Station spatiale internationale

La Russie, les États-Unis, le Japon, le Canada et dix pays européens représentés par l'ESA ont entamé en 1998 la construction de la plus grande station orbitale jamais édiflée. Une fois achevée, vraisemblablement en 2010, l'ISS (International Space Station) sera aussi grande qu'un terrain de football et pèsera 465 tonnes. Elle doit accueillir en permanence des équipages d'astronautes afin d'effectuer des expériences en microgravité. Les prochaines contributions de l'Europe à cet édifice sont le module européen Columbus, véritable laboratoire multifonctionnel qui doit rejoindre la station en 2006, ainsi que l'ATV (Automated Transfer Vehicle). Toutefois, la construction de l'ISS a été ralentie par la suspension des vols des navettes américains suite à l'accident de Columbia survenu le 1^{er} février 2003. Les vaisseaux Soyouz et le ravitailleur Progress ont permis de continuer d'alimenter la station et de poursuivre la rotation des équipages.

Soyouz

La fusée Soyouz est dérivée de la première fusée russe conçue par S. Korolev dans les années cinquante

et soixante. Cette fusée a été utilisée pour les lancement de la chienne Laika en 1957 ainsi que pour le lancement de Youri Gagarine en 1961. pendant les 40 dernières années, plus de 200 lancements ont été effectués à partir de Baïkonour avec des cosmonautes à bord. Ce lanceur est aussi utilisé pour les vaisseaux Progress ainsi que pour de nombreux autres satellites. Au total environ 1 700 fusées Soyouz ont été lancées.

Le vaisseau Soyouz a été conçu il y a une trentaine d'années et grâce à des perfectionnements continus il est toujours adapté aux missions actuelles. Il peut accueillir trois passagers et leur offre un volume utile de 10 m³. Il peut être lancé avec en plus de l'équipage de 50 à 230 kg de charge utile et d'expériences. Il a une autonomie de cinq jours en orbite mais peut rester amarré à la station 200 jours. Tous les six mois un nouveau vaisseau, qui sert de vaisseau de sauvetage, est lancé pour remplacer le précédent. Ces missions sont utilisés par les agences spatiales pour envoyer en même temps que des cosmonautes des expériences scientifiques et technologiques.

Andreas Kuipers getting out of a Soyouz simulator.
Andreas Kuipers sortant du simulateur Soyouz.



COOPERATION



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



CSA - Canadian Space Agency

Established in 1989, the Canadian Space Agency (CSA) leads the national space program. The CSA coordinates programs supporting Earth and the Environment, Space Science, Human Presence in Space, Satellite Communications, Space Technology, Space Qualification Services, Space Awareness and Education.

The Canadian Space Agency is a relatively small federal organization of

about 575 employees and up to 100 students. Most employees work at the John H. Chapman Space Centre, the CSA's Headquarters in Longueuil, Quebec. The others work at three locations in Ottawa (the David Florida Laboratory, the C.D. Howe Building and National Research Council Offices) or at the Canadian Space Agency offices in Washington, Paris and Houston.

The vision of the CSA is to expand and apply the knowledge of Space for the benefit of Canadians and all humanity, and in doing so, inspire through excellence. It provides the framework for the mandate to promote the peaceful use and development of space to meet Canada's social and economic needs and to develop an internationally recognized and technically capable space

industry. In addition to delivering its own programs, the CSA is responsible for coordinating all federal and civil, space-related policies and programs pertaining to science and technology research, industrial development, and international co-operation.

CNES - Centre National d'Études Spatiales

Founded in 1961, the Centre National d'Études Spatiales (CNES) is the government agency responsible for shaping and leading France's space policy in Europe. Its task is to invent the space systems of the future, bring space technologies to maturity

and guarantee France's independent access to space. CNES is a pivotal player in Europe's space program and a major source of initiatives and proposals that aim to maintain France and Europe's competitive edge. It conceives

and executes space programs with its partners in the scientific community and industry, and is closely involved in many international cooperation programs – the key to any far-reaching space policy. CNES accomplishes these missions

through its four centres : headquarters in Paris; the Evry Space Centre near Paris; the Toulouse Space Centre and the Guiana Space Centre in Kourou, French Guiana.

ESA - European Space Agency

The European Space Agency is Europe's gateway to space. Its mission is to shape the development of Europe's space capability and ensure that investment in space continues to deliver benefits to the citizens of Europe. ESA has 15 Member States. By coordinating the financial and intellectual resources of its mem-

bers, it can undertake programmes and activities far beyond the scope of any single European country. ESA's job is to draw up the European space programme and carry it through. The Agency's projects are designed to find out more about the Earth, its immediate space environment, the solar system and the Uni-

verse, as well as to develop satellite-based technologies and services, and to promote European industries. ESA also works closely with space organisations outside Europe to share the benefits of space with the whole of mankind. ESA's 15 Member States are Austria, Belgium, Denmark, Finland, France,

Germany, Ireland, Italy, the Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom. Greece and Luxembourg are expected to become members of ESA in 2004. In addition Canada and Hungary participate in some projects under cooperation agreements.



NASA - National Aeronautics and Space Administration

The National Aeronautics and Space Administration (NASA) was established by an Act of Congress, July 16, 1958. NASA was formed from the National Advisory Committee for Aeronautics, the Vanguard Division of the Naval Research Laboratory, the Jet Propulsion Laboratory, the Development Operations Division of the Army Ballistic Missile Agency, and the Missile Firing Laboratory to lead the nation in civil aeronautics and space.

Several Offices and Divisions manage NASA's programs in the space life sciences. All of these programs are

focused on ensuring the health, safety, and productivity of humans in space, or on acquiring fundamental scientific knowledge in the space life sciences, or both. The major goals of the space life sciences within NASA are to:

- Effectively use microgravity and the other characteristics of the space environment to enhance our understanding of fundamental biological processes;
- Understand the origin, evolution, and distribution of life in the universe;
- Provide operational medical support to all space missions involving humans;

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency

On October 1, 2003, an independent administrative institution, the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), was established through the integration of 1) the National Space Development Agency of Japan (NASDA), committed to the development of large-size launch vehi-

cles such as H-IIA, satellites and the International Space Station; 2) the Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), devoted to space and planetary research; and 3) the National Aerospace Laboratory (NAL), dedicated to research and development of next-generation ae-

SRON - Space Research Organization of the Netherlands

As a part of the Netherlands Organization for Scientific Research (NWO) SRON is the national center of expertise for the development and exploitation of satellite instruments in astrophysics and earth sys-

tem science. It acts as the Dutch national agency for space research and as the national point of contact for ESA programmes. The main activities of the SRON institute are the development and ex-

- Develop the scientific and technological foundations for a safe, productive human presence in space for extended periods and in preparation for exploration; and
 - Apply this knowledge and technology to improve the United States' competitiveness, education, and the quality of life on Earth.
- On January 14, 2004, President Bush unveiled a new vision for space exploration, calling on NASA to "gain a new foothold on the moon and to prepare for new journeys to the worlds beyond our own". First, America will complete the

ospace technologies. This integration into one group allows a continuous and systematic approach from basic research to practical application under one roof. JAXA is devoted to research, development and study in various spa-

ce-related fields, to ensure that Japan maintains its prominent position in the world. The Japanese agency has regular staff of about 1700, as well as some 170 graduate students and research students from ISAS, and researchers from other countries.

exploitation of satellite instruments in high energy astrophysics, low energy astrophysics and earth system science. The selection of these research disciplines is based on choices made on the basis of instrumen-

tal expertise built up during the seventies and the eighties, and on the ambition to act as Principal Investigator (PI) in a few preselected science areas.

COOPÉRATION



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



ASC - Agence Spatiale Canadienne

Créée en 1989 et établie à Longueuil, au Québec, l'Agence spatiale canadienne (ASC) est chargée de la mise en œuvre du Programme spatial canadien. Organisme fédéral, elle emploie un peu plus de 500 personnes qui travaillent pour la plupart au siège de Longueuil au Québec mais aussi à Ottawa, Washington, Houston et Paris. L'ASC coordonne des programmes de soutien aux domaines suivants : Terre et environnement, Sciences spatiales, Présence humaine dans l'espace, Télécommunications par satellites,

Technologies spatiales, Services de spatioqualification et Sensibilisation à l'espace et éducation. Elle se veut à l'avant-garde du développement et de l'application des connaissances spatiales pour le mieux-être des Canadiens et de l'humanité. À cet effet, l'agence a pour mandat de promouvoir l'utilisation et le développement pacifiques de l'espace afin de répondre aux besoins sociaux et économiques du Canada, et de développer une industrie spatiale concurrentielle à l'échelle internationale. Pour

ce faire elle collabore avec d'autres ministères et organismes du gouvernement ainsi qu'avec le secteur privé, le milieu universitaire et des partenaires internationaux à la mise en œuvre du Programme spatial canadien (PSC). En plus de réaliser ses propres programmes, l'ASC est chargée de coordonner les politiques et programmes civils du gouvernement fédéral associés à la recherche scientifique et technologique, au développement industriel et à la coopération internationale dans le domaine spatial.

La mise en œuvre du Programme spatial canadien passe inévitablement par la coopération internationale. Le Canada collabore avec un certain nombre de partenaires internationaux et a des liens avec diverses agences spatiales. Même si la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis et l'Agence spatiale européenne (ESA) demeurent ses principaux partenaires internationaux, le Canada développe de plus en plus de relations avec d'autres organismes spatiaux étrangers.

CNES - Centre National d'Études Spatiales

Créé en 1961, le CNES est l'établissement public chargé de proposer et de conduire la politique spatiale de la France au sein de l'Europe. À ce titre, il "invente" les systèmes spatiaux du futur, maîtrise l'ensemble des techniques spatiales, garantit à la France l'accès autonome à l'espace.

Acteur majeur de l'Europe spatiale, le CNES est force de proposition pour maintenir la France et l'Europe en tête de la compétition mondiale. Il s'entoure de partenaires scientifiques et industriels avec lesquels sont réalisés les programmes spatiaux qu'il conçoit. Il est engagé dans de nom-

breuses coopérations internationales et est actionnaire de plusieurs sociétés commerciales telles que Ariane-space (société d'exploitation et de commercialisation du lanceur Ariane), Spot Image (chargée d'exploiter les satellites Spot et d'en commercialiser les images) et CLS (opérateur

mondial des systèmes Argos et Doris). Pour mener à bien ces activités il emploie 2 500 personnes réparties sur quatre centres : le siège social à Paris, le Centre spatial d'Evry en région parisienne, le Centre spatial de Toulouse et le Centre spatial guyanais, port spatial de l'Europe.

ESA - European Space Agency

Créée en 1975 pour imposer l'Europe comme puissance spatiale face à l'Union soviétique et aux États-Unis, l'Agence spatiale européenne a pour mission d'assurer et de développer, à des fins exclusivement pacifiques, la coopération entre les États euro-

péens dans le domaine de la recherche et de la technologie spatiales. Pour ce faire elle élabore et met en œuvre une politique à long terme et définit les recommandations de concertation entre ses 15 États membres (Allemagne, Autriche,

Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Irlande, Italie, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse) auxquels s'ajoutent deux États coopérants : le Canada et la Hongrie. Elle établit et supervise les activités

des programmes du domaine spatial et coordonne programmes européens et programmes nationaux en intégrant progressivement ces derniers. Enfin, elle met en œuvre la politique industrielle appropriée à son programme.

NASA - National Aeronautics and Space Administration

La NASA a été créée le 16 juillet 1958 par une décision du Congrès des États-Unis d'Amérique. Cette nouvelle administration a regroupé plusieurs laboratoires et institutions afin de diriger les efforts du pays pour le développement de l'aéronautique et de l'exploration spatiale.

Plusieurs services et divisions gèrent les programmes de la NASA qui s'intéressent aux sciences de la vie. Tous ces programmes ont pour objectif, d'assurer la santé, la sécurité ou le niveau de performance des hommes envoyés dans l'Espace ainsi que d'acquérir des connaissances fondamentales. Les principaux objectifs des programmes de sciences de la vie à la NASA sont :

- Utiliser la micropesanteur et les autres caractéristiques de l'environnement spatial pour accroître notre compréhension des processus biologiques fondamentaux ;
- Comprendre l'origine, l'évolution et la dispersion de la vie dans l'univers ;
- Apporter un soutien médical aux missions spatiales habitées
- Développer les connaissances techniques et scientifiques nécessaires pour assurer une présence humaine prolongée dans l'espace et préparer des missions d'exploration ; et
- Appliquer ces technologies pour augmenter la compétitivité des États-Unis, l'éducation ainsi que la qualité de la vie sur Terre.

Le 14 janvier 2004, le Président des

États-Unis a exprimé sa nouvelle vision des objectifs de l'exploration spatiale, demandant à la NASA "de reprendre pied sur la lune et de préparer de nouveaux voyages vers des mondes plus lointains". Tout d'abord, l'Amérique achèvera la construction de la Station Spatiale Internationale en 2010. La recherche scientifique conduite par la NASA sur la Station se concentrera sur l'étude des effets à long terme des voyages spatiaux sur les êtres humains afin de préparer des voyages de plus grande durée dans le futur. Ensuite la NASA développera un nouveau véhicule d'exploration habité appelé le CEV (Crew Exploration Vehicle). Le premier vaisseau habité à s'élancer au-delà l'orbite ter-

restre depuis les missions Apollo sera développé et testé avant 2008 et devra effectuer son premier vol habité avant 2014. Enfin la NASA reviendra sur la Lune vers 2020 afin de l'utiliser comme point de départ pour des missions habitées plus lointaines. Dès 2008 des engins automatiques seront envoyés vers la Lune et une mission habitée y sera envoyée dès 2015 dans le but d'y vivre et d'y travailler pendant des durées croissantes. La NASA prévoit de coopérer avec ses partenaires internationaux afin d'identifier les collaborations les plus prometteuses qui permettront d'atteindre ces objectifs.

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency

Cette institution indépendante est née le 1^{er} octobre 2003 de la fusion de trois organismes japonais : la NASDA (National Space Development Agency of Japan), agence spatiale en charge du développement des lanceurs H-II A, des satellites et de la contribution japonaise à l'ISS ; de l'ISAS (Institute of Space and

Astronautical Science), institut de recherche spatiale et planétaire et du NAL (National Aerospace Laboratory), en charge de la recherche sur les technologies spatiales du futur. Plus importante administration indépendante japonaise, la JAXA emploie 1 700 personnes et 170 étudiants afin de permettre au Japon de

conserver son rang de puissance spatiale. Cette agence est dédiée à la recherche fondamentale dans les domaines de l'espace et de l'aéronautique. Elle a également pour rôle de concevoir et de développer de nouveaux satellites et lanceurs et d'assurer les opérations de lancement, de mise et de maintien à poste de

satellites. Elle doit enfin veiller aux transferts de technologies vers l'industrie au bénéfice des citoyens japonais. L'agence dispose de plusieurs infrastructures dont un site de lancement situé à Tanegashima.

SRON - Space Research Organization of the Netherlands

Le SRON est le centre d'expertise hollandais chargé du développement et de l'exploitation des satellites dans le domaine de l'astrophysique et des sciences de la Terre. Rattaché à l'organisme néerlandais

de recherche scientifique (NWO), le SRON fait figure d'agence spatiale néerlandaise et de point de contact avec l'ESA. Ce centre d'expertise a pour principale activité le développement et

l'exploitation de charges utiles scientifiques dans le domaine de l'astrophysique basse et haute énergie et des sciences de la Terre. Depuis les années 70, le SRON a su développer d'importantes capacités

d'expertise et peut aujourd'hui prétendre au rôle de "Principal Investigateur" (PI) dans plusieurs domaines scientifiques.



I C E - F I R S T

International Caenorhabditis *elegans* Experiment-1
Mission DELTA, avril 2004



Industrial prime contractor

COMAT Established in 1977, COMAT is a small/medium size company located in Toulouse offering to its corporate customers a wide range of services. With up-to-date technological tools, its organisation and its experience COMAT can manage a project from the preliminary design phase, up to the final product. COMAT has the capability to perform preliminary studies (Catia), Structure analysis (Nastran/Patran), mechanical and thermal engineering as well as final integration and related services. COMAT is the prime contractor for several scientific pieces of Hardware built for manned space flights (International Space Station, Soyouz), retrievable capsules (Photon), satellites and ground support equipments. These range of skills meets the needs of many industrial sectors such as aeronautics, scientific research and defence.

Maître d'œuvre industriel

Fondée en 1977, **COMAT** est une PME toulousaine offrant à ses clients des prestations globales (maîtrise d'œuvre) ou partielles en toute autonomie. À la pointe de la technologie, son organisation et son expérience lui permettent de conduire un projet de l'élaboration de son cahier des charges, en liaison avec les besoins du client, jusqu'à la livraison des matériels en passant par les phases d'études (Catia), de calculs (Nastran/Patran), d'usinage (CN, CV), de tôlerie, de contrôle, d'intégration et de prestations associées. COMAT est maître d'œuvre pour la réalisation d'instruments scientifiques embarqués sur des vols habités (Station Spatiale Internationale, Soyouz) ou automatiques (Capsules Photon), de plateformes satellites et d'équipements "sol" associés, intervenant dans les domaines du spatial, de l'aéronautique et de la défense.

COMAT - Sébastien Sicart
5, rue de Vidailhan - 31130 Balma - France
+33 5 61 24 26 16 - +33 5 61 36 51 25
sicart@comat-aerospace.com

EREMS Electronics and software development

Founded in 1979, the **EREMS Company** has confirmed experience in the development of electronic hardware components for the space programme (manned flight or unmanned satellites) and of the associated software. Around forty people are working either on the design or the construction of programmes such as Pharao, Astra, Rosetta, Biolab, European Physiology module, Declic etc. In achieving such projects, EREMS has developed specific know-how in space-dedicated electronics. Its flexible, economical structure is able to design and develop equipment both for technological and scientific missions and long duration satellites.

Électronique et logiciel

Créée en 1979, la société **EREMS**, développe des équipements électroniques pour les programmes spatiaux (vols habités et satellites) et les logiciels associés. Elle comprend une quarantaine de personnes. Pour les programmes Pharao, Astra, Rosetta, Biolab, European Physiology Module, Declic... EREMS a réalisé les études et fabriqué des équipements de vol. Grâce à ces projets, elle a développé un savoir-faire dans l'électronique spatiale et mis en place une structure souple qui répond efficacement aux besoins des missions technologiques et scientifiques ou qui produit des équipements pour des satellites à longue durée de vie.

Erems : M.-C. Wintgens
Chemin de la Madeleine - 31130 Flourens - France
+33 5 61 36 06 06 - +33 5 61 83 99 45
erems@erems.fr



CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

2, place Maurice Quentin - 75039 PARIS CEDEX 01 • 18, avenue Edouard Belin - 31401 TOULOUSE CEDEX 9 - www.cnes.fr

Plaquette réalisée avec le concours du service Développement et Ressources - Direction de la Communication externe, de l'Éducation et des Affaires publiques



User's assistance services GSBMS

Groupeement Scientifique de Biologie et de Médecine Spatiale
This strange acronym is well known to all of the investigators whose biological experiments flown in the last ten years either from France or from Europe. Concerning space experiments in Biology, the GSBMS technical team, which works at the Medical School of Rangueil in Toulouse, has a great deal of experience in space biological experiments. The team is very actively helping the investigators to adapt their experiments to the specifications of carriers as different as Photon capsule, the Space Shuttle the Soyuz spacecraft or the space stations. In close cooperation with the CNES, the GSBMS, welcomes scientists to help them to perform ground experiments or to show them the procedures and the instruments available for space experiments.

Support aux utilisateurs

GSBMS
Groupeement scientifique de Biologie et de Médecine Spatiale
Cet acronyme est bien connu des scientifiques français et Européens qui font voler dans l'espace des expériences de Biologie. L'équipe technique du GSBMS est hébergée à la faculté de médecine de Rangueil à Toulouse. L'équipe a été impliquée dès les premiers balbutiements des expériences biologiques embarquées sur des Ballons ou envoyées dans l'Espace. Elle aide en permanence les équipes scientifiques à adapter leurs expériences aux exigences de vaisseaux spatiaux aussi différents que les capsules Photon, les vaisseaux Soyouz, la navette spatiale ou les stations spatiales. Le savoir-faire acquis au cours des différentes missions est mis à la disposition des équipes scientifiques de France ou d'ailleurs. Que ce soit pour réaliser les expériences de simulations ou pour préparer les échantillons pour le vol, la plupart des équipes scientifiques doivent passer quelques temps au GSBMS à Toulouse. En étroite coopération avec le CNES, le GSBMS accueille des scientifiques pour les aider à faire des expériences au sol ou pour les familiariser avec les techniques et les instruments disponibles pour les vols spatiaux.

GSBMS Manager : Dr G. GASSET, Faculté de Médecine Rangueil
133, route de Narbonne - 31062 Toulouse cedex - France
gasset@cict.fr